不同寄主植物上瓜蚜体内主要构成成分的变化

吴秀花，周晓榕，庞保平*，李艳艳，郝建秀
（内蒙古农业大学农学院，呼和浩特 010019）

摘要：为揭示寄主植物与瓜蚜 *Aphis gossypii* 相互作用的机理，采用微量凯氏定氮法、索氏提取法、蒽酮比色法、盐酸水解法和气相色谱法分别测定了黄瓜、南瓜、搅瓜、瓢葫芦和哈密瓜等5种寄主植物对瓜蚜体内粗蛋白、脂肪、糖、氨基酸和脂肪酸等主要构成成分的影响。结果表明，不同寄主植物上瓜蚜体内上述主要构成成分均存在显著差异；瓜蚜体内主要构成成分以粗蛋白含量最高，占虫体干重的35.40%~45.25%，其次为脂肪(24.01%~30.33%)，最低为总糖(4.09%~7.91%)。瓜蚜体内含有 18 种氨基酸，其中谷氨酸含量最高(5.15~6.97 mg/100 mg)，其次为天门冬氨酸(3.75~5.33 mg/100 mg)，再次为亮氨酸(2.59~3.60 mg/100 mg)，最少为半胱氨酸(0.44~0.49 mg/mg)。瓜蚜体内含有 8 种脂肪酸。除瓢葫芦外，其他 4 种供试寄主植物上瓜蚜体内棕榈酸含量最高(10.53%~15.55%)，其次为肉豆蔻酸(3.32%~9.93%)，亚麻酸含量最低(0.04%~0.17%)。瓢葫芦上瓜蚜体内肉豆蔻酸含量最高，为16.20%，其次为棕榈酸(7.15%)。瓜蚜体内饱和脂肪酸含量占虫体干重的 20.08%~27.72%，而不饱和脂肪酸只占 2.58%~3.84%。结果提示寄主植物对瓜蚜体内主要构成成分均有显著的影响。

关键词：瓜蚜；寄主植物；体内构成成分；氨基酸；脂肪酸
中图分类号：Q968 **文献标识码**：A **文章编号**：0454-6296(2009)11-1249-06

Changes in major body constituents of *Aphis gossypii* Glover (Homoptera: Aphididae) on different host plants

WU Xiu-Hua, ZHOU Xiao-Rong, PANG Bao-Ping*, LI Yan-Yan, HAO Jian-Xiu (College of Agriculture, Inner Mongolia Agricultural University, Hohhot 010019, China)

Abstract: In order to understand the interactive mechanisms of *Aphis gossypii* Glover and its host plants, the changes in major body constituents, *viz*. crude protein, fat, sugar, amino acid and fatty acid, of *A. gossypii* on five host plants, *viz. Cucumis sativus*, *Cucurbita moschata* var. *melonaeformis*, *Cucurbita pepo* var. *medullosa*, *Lagenaria siceraria* var. *turbinata* and *Cucumis melo* var. *saccharinus*, were investigated by micro-Kjeldahl method, Soxhlet extraction, anthrone colorimetry, hydrochloric acid hydrolysis method and gas chromatography, respectively. The results showed that the contents of the above constituents were significantly different among the aphids reared on different host plants. The dried aphids contained 35.40%–45.25% crude protein, 24.01%–30.33% fat and 4.09%–7.91% sugar depending on the host plants. Eighteen amino acids existed in the body of the aphid, mainly glutamate (5.15–6.97 mg/100 mg, dry weight), aspartic acid (3.75–5.33 mg/100 mg) and leucine (2.59–3.60 mg/100 mg), and the least was cystine (0.44–0.49 mg/100 mg). There were 8 kinds of fatty acids in the aphids. The highest content was palmitic acid (10.53%–15.55%), then myristic acid (3.32%–9.93%), and the least was linolenic acid (0.04%–0.17%) in the aphids fed on the other four host plants except for *L. siceraria* var. *turbinata*, on which the most abundant was myristic acid (16.20%) and the second abundant palmitic acid (7.15%). The dried aphids contained 20.08%–27.72% saturated fatty acids and 2.58%–3.84% unsaturated fatty acids. The results suggest that the host plants affect significantly the major body constituents of *A. gossypii*.

Key words: *Aphis gossypii*; host plant; body constituents; amino acid; fatty acid

植物占地球上生物量的绝大部分，而昆虫是世界上种类和数量最多的生物类群，加之昆虫经常给农林牧业生产带来严重的损失。因此，植物与昆虫相互作用关系的研究一直受到了人们的重视，特别

基金项目：内蒙古自然科学基金重点项目(20080404ZD05)
作者简介：吴秀花，女，1973 年生，博士研究生，从事植物-植食性昆虫-天敌三者关系的研究，E-mail：wuxiuhua73@hotmail.com
* 通讯作者 Author for correspondence, E-mail：pangbp@imau.edu.cn
收稿日期 Received：2009-06-17；接受日期 Accepted：2009-9-24

是20世纪90年代以来已成为世界性研究热点之一(Schoonhoven *et al*., 2005)。蚜虫是一类重要的植食性昆虫，目前已知种类超过4 300种，许多种类是重要的农业害虫(Goggin, 2007)。寄主植物不仅影响蚜虫的生长发育和繁殖，而且可能影响蚜虫体内生物化学物质的组成，从而影响其天敌的生长发育和繁殖(Giles *et al*., 2002)。然而，目前关于后者的研究却很少，仅有关于寄主植物影响蚜虫体内脂类的研究报道。植物种类或品种影响蚜虫体内脂类的储存(Febvay *et al*., 1992; Dillwith *et al*., 1993)。苜蓿斑蚜 *Therioaphis maculata* (Buckton)体内亚麻酸的含量随苜蓿受害时间的延长而降低(Bergman *et al*., 1991)。苜蓿上豌豆蚜 *Acyrthosiphon pisum* Harris体内的脂肪酸含量远高于蚕豆上豌豆蚜体内脂肪酸的含量，脂肪酸含量的增加促进了七星瓢虫 *Coccinella septempunctata* L.的发育、存活和成虫体重(Giles *et al*., 2002)，提高了草蛉 *Chrysoperla rufilabris* Burmeister的发育速率(Giles *et al*., 2000)。

瓜蚜 *Aphis gossypii* Glover，又称棉蚜，广泛分布于世界热带、亚热带和温带地区，是棉花和多种蔬菜及观赏植物上的主要害虫之一。王健等(1996)研究表明，取食笋瓜、南瓜、黄瓜和冬瓜的瓜蚜，体重依次增加，体色渐深，而体内羧酸酯酶活性依次降低。周琼等(2002)比较了3种寄主植物对瓜蚜生长发育、繁殖及种群增长的影响，结果表明苦瓜最适合瓜蚜种群增长，豇豆次之，丝瓜最差。饲养于4种杂草上的瓜蚜，其内禀增长率有明显的差异(Perng, 2002)。不仅如此，生长于同一种植物不同品种上的瓜蚜，其生长发育及繁殖能力也不同，如菊花(Storer and van Emden,1995; Bethke *et al*., 1998)、甜瓜(Kennedy and Kishaba, 1976; Collins *et al*., 1994)和棉花(Weathersbee *et al*., 1994; Du *et al*., 2004)。寄主植物也可能影响瓜蚜体内构成物质的组成，从而影响其天敌昆虫的生长发育和繁殖，但目前还未见有过报道。因此，本文分析比较了不同寄主植物上瓜蚜体内主要构成成分的差异，以期为进一步揭示寄主植物与瓜蚜虫相互作用机理提供必要的基础。

1 材料与方法

1.1 材料

供试瓜蚜 *A. gossypii* 分别采自温室黄瓜 *Cucumis sativus*(山东密刺)、南瓜 *Cucurbita moschata* var. *melonaeformis*(日本南瓜)、搅瓜 *Cucurbita pepo* var. *medullosa*(拍砸一号)、瓢葫芦 *Lagenaria siceraria* var. *turbinata*(细腰葫芦)和哈密瓜 *Cucumis melo* var. *saccharinus*(新密杂19号)上。在瓜蚜发生期间分5~6次采集。瓜蚜采回后置于60℃恒温干燥箱中烘干至恒重，然后放于-40℃低温冰箱中备用。

1.2 方法

1.2.1 粗蛋白的测定：依据GB/T 6432-1994，采用微量凯氏定氮法测定。重复2次。

1.2.2 氨基酸组成及含量的测定：依据GB/T 18246-2000，采用盐酸水解法，用日立835-50型氨基酸分析仪测定。重复2次。

1.2.3 脂肪的测定：依据GB/T 6433-2006，采用索氏提取法进行测定。重复2次。

1.2.4 脂肪酸组成及含量测定：依据GB/T 17377-1998，采用甲酯化法，用岛津GC-9A气相色谱仪进行测定，再用面积归一法计算出含量。重复2次。

以上构成成分测定均委托内蒙古农牧渔业生物实验研究中心完成。

1.2.5 总糖的测定：采用蒽酮比色法测定总糖的含量(陈毓荃, 2002)。重复3次。

1.3 统计分析

采用DPS数据处理系统对实验数据进行统计分析，百分比数据经过反正弦平方根转换后再进行方差分析和多重比较(唐启义和冯明光, 2007)。

2 结果与分析

2.1 寄主植物对瓜蚜体内主要构成成分的影响

不同寄主植物上瓜蚜主要构成成分所占虫体干重的百分比见表1。瓜蚜体内主要构成成分以粗蛋白含量最高，占虫体干重的35.40%~45.25%，其次为脂肪(24.01%~30.33%)，总糖含量最低(4.09%~7.91%)。寄主植物对瓜蚜体内粗蛋白、脂肪和总糖含量有极显著的影响(粗蛋白：$F=141.49$, $P<0.0001$；脂肪：$F=100.95$, $P=0.0001$；总糖：$F=96.67$, $P=0.0001$)。5种供试寄主植物上瓜蚜体内粗蛋白含量均存在极显著的差异，其中黄瓜上瓜蚜的粗蛋白含量最高为45.25%，哈密瓜上的最低为35.40%。瓜蚜体内脂肪含量在瓢葫芦上最高为30.33%，其次为黄瓜(29.07%)和哈密瓜(28.26%)，南瓜上最低为24.01%。瓢葫芦上瓜蚜体内总糖含量最高为7.91%，其次为哈密瓜(6.22%)和南瓜(6.19%)，黄瓜上最低(4.09%)。

表 1 不同寄主植物上瓜蚜主要构成成分含量的比较

Table 1 Comparison of the contents of major body constituents in *Aphis gossypii* reared on different host plants

寄主植物 Host plants	粗蛋白(%) Crude protein	脂肪(%) Fat	总糖(%) Sugar
黄瓜 *Cucumis sativus*	45.25 ±0.45 aA	29.07 ±0.30 bAB	4.09 ±0.23 dD
搅瓜 *Cucurbita pepo* var. *medullosa*	40.21 ±0.77 cC	26.19 ±0.26 cC	5.12 ±0.26 cC
哈密瓜 *Cucumis melo* var. *saccharinus*	35.40 ±0.23 eE	28.26 ±0.57 bB	6.22 ±0.29 bB
南瓜 *Cucurbita moschata* var. *melonaeformis*	42.67 ±0.33 bB	24.01 ±0.10 dD	6.19 ±0.20 bB
瓢葫芦 *Lagenaria siceraria* var. *turbinata*	38.32 ±0.14 dD	30.33 ±0.39 aA	7.91 ±0.27 aA

表中数据为平均数 ± 标准差，同列后的大小字母表示 $P<0.01$ 和 $P<0.05$ 上的显著水平(邓肯氏多重比较)。Data are means ± *SD*, and those followed by different uppercase and lowercase letters in the same column indicate significant difference at 0.01% and 0.05% level by Duncan's test, respectively.

2.2 不同寄主植物上瓜蚜体内氨基酸组成分析

从表 2 可知，5 种供试寄主植物上瓜蚜体内均含有 18 种氨基酸，同一寄主植物上瓜蚜体内不同氨基酸含量存在极显著差异(黄瓜：$F=840.03$，$P<0.0001$；搅瓜：$F=5\,226.30$，$P<0.0001$；哈密瓜：$F=285.17$，$P<0.0001$；南瓜：$F=848.71$，$P<0.0001$；瓢葫芦：$F=1\,128.10$，$P<0.0001$)。瓜蚜体内谷氨酸含量最高为 5.15~6.97 mg/100 mg，其次为天门冬氨酸(3.75 ~5.33 mg/100 mg)，再次为亮氨酸(2.59~ 3.60 mg/100 mg)，最少为胱氨酸(0.44~0.49 mg/mg)。寄主植物不仅对瓜蚜体内氨基酸总量具有极显著的影响($F=63.16$，$P=0.0002$)，而且对各组分也有极显著的影响($F=646.68$，$P<0.0001$)。黄瓜上瓜蚜体内各种氨基酸含量均高于其他寄主植物，南瓜上瓜蚜体内大多数种类氨基酸含量高于搅瓜、哈密瓜和瓢葫芦。

表 2 不同寄主植物上瓜蚜体内氨基酸含量(mg/100 mg)的比较

Table 2 Comparison of amino acid content (mg/100 mg) in *Aphis gossypii* reared on different host plants

氨基酸/氨 Amino acids/NH_3	黄瓜 *Cucumis sativus*	搅瓜 *Cucurbita pepo* var. *medullosa*	哈密瓜 *Cucumis melo* var. *saccharinus*	南瓜 *Cucurbita moschata* var. *melonaeformis*	瓢葫芦 *Lagenaria siceraria* var. *turbinata*
天门冬氨酸 Asp	5.33 ±0.013 bA	4.31 ±0.049 bC	3.75 ±0.163 bE	4.90 ±0.120 bB	4.14 ±0.064 bD
苏氨酸 Thr	2.33 ±0.013 gA	1.81 ±0.000 jC	1.65 ±0.065 hiD	1.97 ±0.042 jkB	1.76 ±0.038 ijCD
丝氨酸 Ser	2.81 ±0.021 eA	2.24 ±0.019 fC	2.01 ±0.091 efD	2.46 ±0.045 efB	2.14 ±0.043 gC
谷氨酸 Glu	6.97 ±0.004 aA	5.89 ±0.062 aC	5.15 ±0.119 aD	6.29 ±0.168 aB	5.78 ±0.136 aC
甘氨酸 Gly	2.18 ±0.006 ghA	1.79 ±0.001 jC	1.61 ±0.068 hiD	1.98 ±0.043 jkB	1.72 ±0.026 jCD
丙氨酸 Ala	3.03 ±0.006 dA	2.49 ±0.022 eBC	2.30 ±0.094 dD	2.60 ±0.047 eB	2.43 ±0.038 eCD
半胱氨酸 Cys	0.44 ±0.058 jA	0.49 ±0.011 nA	0.47 ±0.002 kA	0.49 ±0.006 mA	0.46 ±0.012 lA
缬氨酸 Val	2.62 ±0.259 fA	2.15 ±0.003 gC	1.93 ±0.081 efgD	2.29 ±0.028 ghB	2.09 ±0.081 gC
甲硫氨酸 Met	2.14 ±0.070 hA	1.93 ±0.012 hB	1.67 ±0.028 hiC	2.09 ±0.019 ijA	1.84 ±0.026 hiB
异亮氨酸 Ile	2.12 ±0.064 hA	1.73 ±0.011 kC	1.57 ±0.029 iD	1.87 ±0.047 kB	1.71 ±0.047 jC
亮氨酸 Leu	3.60 ±0.029 cA	2.89 ±0.032 cC	2.59 ±0.101 cD	3.18 ±0.077 cB	2.82 ±0.062 cC
色氨酸 Try	2.81 ±0.085 eA	2.48 ±0.002 eB	2.04 ±0.126 eD	2.47 ±0.075 efB	2.27 ±0.015 fC
苯丙氨酸 Phe	2.32 ±0.048 gA	1.98 ±0.013 hB	1.80 ±0.115 fghC	2.20 ±0.042 hiA	1.90 ±0.023 hBC
赖氨酸 Lys	3.65 ±0.006 cA	2.73 ±0.016 dC	2.38 ±0.081 dD	3.01 ±0.079 dB	2.61 ±0.052 dC
氨 NH_3	0.89 ±0.009 iA	0.81 ±0.006 mA	0.83 ±0.087 jA	0.92 ±0.011 lA	0.79 ±0.013 kA
组氨酸 His	1.04 ±0.008 iA	0.87 ±0.008 lBC	0.74 ±0.041 jC	0.96 ±0.035 lAB	0.83 ±0.016 kBC
精氨酸 Arg	2.52 ±0.092 fA	2.14 ±0.011 gC	1.89 ±0.079 efgD	2.39 ±0.042 fgB	2.14 ±0.037 gC
脯氨酸 Pro	2.31 ±0.003 gA	1.86 ±0.039 iB	1.73 ±0.096 ghiC	1.99 ±0.045 jkB	1.90 ±0.021 hB
总量 Total	49.11 ±0.502 A	40.57 ±0.236 C	36.12 ±1.466 D	44.05 ±0.959 B	39.33 ±0.722 C

表中数据为平均数 ± 标准差，同一列标有不同小写字母者为差异显著($P<0.05$)；同一行标有不同大写字母者为差异显著($P<0.05$)(邓肯氏多重比较)。表 3 同。Data are means ± *SD*. Data in a column followed by different lowercase letters and those in a line followed by different uppercase letters indicate significant difference at 0.05% level by Duncan's test. The same for Table 3.

2.3 不同寄主植物上瓜蚜体内脂肪酸组成分析

5 种供试寄主植物上瓜蚜体内各脂肪酸含量占虫体干重的百分比见表 3。所有供试寄主植物上瓜蚜体内均含有 8 种脂肪酸，同一寄主植物上瓜蚜体内各脂肪酸含量均存在极显著差异（黄瓜：$F = 1\ 380.09$，$P < 0.0001$；搅瓜：$F = 1\ 380.09$，$P < 0.0001$；哈密瓜：$F = 1\ 290.32$，$P < 0.0001$；南瓜：$F = 5\ 108.29$，$P < 0.0001$；瓢葫芦：$F = 6\ 079.16$，$P < 0.0001$）。除瓢葫芦外，其他 4 种供试寄主植物上瓜蚜体内棕榈酸含量最高（10.53%~15.55%），其次为肉豆蔻酸（3.32%~9.93%），亚麻酸含量最低（0.04%~0.17%）。瓢葫芦上瓜蚜体内肉豆蔻酸含量最高为 16.20%，其次为棕榈酸（7.15%）。瓜蚜体内饱和脂肪酸含量占虫体干重的 20.08%~27.72%，而不饱和脂肪酸只占 2.58%~3.84%。寄主植物对瓜蚜体内各脂肪酸含量均有极显著的影响（$F = 27.02$，$P < 0.0001$）。瓢葫芦上瓜蚜体内饱和脂肪酸含量最高（27.72%），其次为黄瓜（25.97%），最低为南瓜（20.08%）。南瓜和搅瓜上瓜蚜体内不饱和脂肪酸含量较高（3.84% ~ 3.82%），而瓢葫芦上较低（2.58%）。

表 3 不同寄主植物上瓜蚜体内脂肪酸含量（%）的比较

Table 3 Comparison of fatty acid content (%) in *Aphis gossypii* reared on different host plants

脂肪酸 Fatty acid	黄瓜 *Cucumis sativus*	搅瓜 *Cucurbita pepo* var. *medullosa*	哈密瓜 *Cucumis melo* var. *saccharinus*	南瓜 *Cucurbita moschata* var. *melonaeformis*	瓢葫芦 *Lagenaria siceraria* var. *turbinata*
癸酸 Decanoic acid	1.25 ± 0.56 cdC	1.60 ± 0.14 dC	1.50 ± 0.21 dC	1.83 ± 0.22 dB	2.04 ± 0.14 cA
月桂酸 Lauric acid	0.38 ± 0.00 efD	0.82 ± 0.04 eC	1.16 ± 0.04 dB	0.15 ± 0.00 gE	1.95 ± 0.05 cA
肉豆蔻酸 Myristic acid	8.03 ± 0.06 bD	8.93 ± 0.21 bC	9.93 ± 0.06 bB	3.20 ± 0.04 bE	16.20 ± 0.21 aA
棕榈酸 Palmitic acid	15.55 ± 0.16 aA	10.53 ± 0.00 aD	11.80 ± 0.32 aC	14.29 ± 0.05 aB	7.15 ± 0.09 bE
硬脂酸 Stearic acid	0.78 ± 0.01 deA	0.48 ± 0.01 fC	0.52 ± 0.05 eC	0.62 ± 0.03 fB	0.41 ± 0.01 fD
油酸 Oleic acid*	1.60 ± 0.01 cC	2.26 ± 0.09 cA	2.10 ± 0.25 cB	2.39 ± 0.08 cA	1.48 ± 0.06 dD
亚油酸 Linoleic acid*	1.27 ± 0.03 cdB	1.45 ± 0.04 dA	1.22 ± 0.21 dB	1.41 ± 0.07 eA	1.01 ± 0.04 eC
亚麻酸 Linolenic acid*	0.17 ± 0.01 fA	0.11 ± 0.00 gB	0.05 ± 0.03 fC	0.04 ± 0.06 gB	0.10 ± 0.01 gB
不饱和脂肪酸 Unsaturated fatty acids	3.03 ± 0.04 BC	3.82 ± 0.13 A	3.37 ± 0.49 AB	3.84 ± 0.22 A	2.58 ± 0.10 C
饱和脂肪酸 Saturated fatty acids	25.97 ± 0.33 B	22.36 ± 0.40 D	24.89 ± 0.06 C	20.08 ± 0.34 E	27.72 ± 0.48 A

* 不饱和脂肪酸 Unsaturated fatty acid.

3 讨论

本研究表明寄主植物对瓜蚜体内蛋白质、脂肪和糖类等主要构成物质含量有显著的影响，这很可能与不同寄主植物体内营养物质和次生化学物质含量存在显著差异有关。庞保平等（2006）和高俊平等（2007）测定了 6 科 16 种 22 个蔬菜品种（包括南瓜、黄瓜和搅瓜）叶片内主要化学物质的含量。结果表明，叶片内蛋白质、可溶性糖、叶绿素、黄酮及单宁酸等主要化学物质含量在各蔬菜品种间存在显著差异。

瓜蚜体内粗蛋白含量占干重的 35.40%~45.25%，与九香虫 *Aspongopus chinensis* Dallas 的粗蛋白含量相近（44.3%）（刘伦沛和郁建平，2008），高于蝽象 *Encosternum delegorguei* Spinola（35.2%）（Teffo *et al.*，2007），而低于螽斯（62.42%~67.49%）（席碧侠等，2000），云南松毛虫 *Dendrolimus latipennis* 蛹（58.26%）（何剑中等，1999），以及白马蝠蛾 *Hepialus baimaensis* Liang 幼虫（60.06%）、云南蝠蛾 *H. yunnanensis* Yang 幼虫（61.52%）、拟黑多刺蚁 *Polyrhachis vicina* Roger（58.83%）、红树蚁 *Oecophylla smaragdina* Fabricius（57.89%）和细齿大白蚁 *Macrotermes denticulatus* Li *et* Ping（49.92%）（杨大荣等，1996）。瓜蚜体内脂肪含量占干重的 24.01%~30.33%，低于九香虫（53.0%）和 *E. delegorguei*（50.5%），而高于上述其他昆虫。瓜蚜体内总糖含量占干重的 4.09%~7.91%，高于螽斯（1.47%~2.01%），而与上述其他昆虫相近。说明与大多数昆虫相比，瓜蚜属于脂

肪含量相对较高的昆虫。

瓜蚜体内含有 18 种氨基酸，并且寄主植物对瓜蚜体内氨基酸含量有显著的影响。瓜蚜体内谷氨酸含量最高(5.15~6.97 mg/100 mg)，其次为天门冬氨酸(3.75~5.33 mg/100 mg)。这与上述绝大部分昆虫相似，而九香虫体内丝氨酸和苏氨酸含量较高，云南蝠蛾体内脯氨酸含量最高。

瓜蚜体内含有 8 种脂肪酸，寄主植物也对瓜蚜体内脂肪酸含量有显著的影响。瓜蚜体内以棕榈酸和肉豆蔻酸含量最高，饱和脂肪酸含量远高于不饱和脂肪酸。Bergman 等(1991)的研究发现取食刚受害苜蓿绿色组织的苜蓿彩斑蚜体内肉豆蔻酸含量较高，而取食受害 14 d 后黄化叶片的蚜虫体内亚油酸含量较高。螽斯成虫油酸含量最高，其次为亚油酸，再次为亚麻酸和棕榈酸(席碧侠等，2000)。油葫芦 *Gryllus testaceus* 成虫含有 8 种脂肪酸，亚油酸含量最高，其次为油酸，再次为棕榈酸和亚麻酸；灰斑古毒蛾 *Orguia ericae* 幼虫含有 8 种脂肪酸，亚麻酸含量最高，其次为油酸，再次为棕榈酸；烟夜蛾 *Heliothis assulta*、银纹夜蛾 *Argyrogramma agnata* 和白薯天蛾 *Herse convolvuli* 等 3 种昆虫成虫含有 7 ~8 种脂肪酸，油酸含量最高，其次为棕榈酸，再次为亚麻酸(李孟楼等，2006)。臭椿皮蛾 *Eligma narcissus* 幼虫和蛹分别含有 6 种和 7 种脂肪酸，亚麻酸和油酸含量最高，其次为棕榈酸，再次为亚油酸(李生梅等，2006)。九香虫含有 12 种脂肪酸，棕榈油酸、棕榈酸和油酸含量较高(刘伦沛和郁建平，2008)。除蚜虫外，上述其他昆虫体内肉豆蔻酸含量均很低，并且是不饱和脂肪酸含量高于饱和脂肪酸。上述研究表明，蚜虫体内脂肪酸组成与其他种类的昆虫有较大的差异。这种差异是由取食方式不同还是寄主植物等其他因素造成的，还有待于进一步研究。

参 考 文 献 (References)

Bergman DK, Dillwith JW, Berberet RC, 1991. Spotted alfalfa aphid, *Therioaphis maculata*, fatty acids relative to the condition and susceptibility of its host. *Arch. Insect Biochem. Physiol.*, 18: 1 –12.

Bethke JA, Redak RA, Schuch UK, 1998. Melon aphid performance on chrysanthemum as mediated by cultivar, and differential levels of fertilization and irrigation. *Entomol. Exp. Appl.*, 88: 41 –47.

Chen YQ, 2002. Methods and Techniques of Biochemical Experiments. Science Press, Beijing. 171 –173. [陈毓荃, 2002. 生物化学实验方法和技术. 北京: 科学出版社. 171 –173]

Collins JK, Perkins-Veazie P, Maness N, Cartwright B, 1994. Resistance in muskmelon cultivars to melon aphid. *Hortscience*, 29: 1 367.

Dillwith JW, Neese PA, Brigham DL, 1993. Lipid biochemistry in aphids. In: Stanley-Samuelson DW, Nelson DR eds. Insect Lipids: Chemistry, Biochemistry, and Biology. University of Nebraska Press, Lincoln. 389 –434.

Du L, Ge F, Zhu S, Parajulee MN, 2004. Effect of cotton cultivar on development and reproduction of *Aphis gossipii* (Homoptera: Aphididae) and its predator *Propylaea japonica* (Coleoptera: Coccinellidae). *J. Econ. Entomol.*, 97: 1 278 –1 283.

Febvay G, Pageaux JF, Bonnot G, 1992. Lipid composition of the pea aphid, *Acyrthosiphon pisum* (Harris) (Homoptera: Aphididae), reared on host plant and on artificial media. *Arch. Insect Biochem. Physiol.*, 21: 103 –118.

Gao JP, Pang BP, Meng RX, Wang J, 2007. Relationships between host preference of *Liriomyza huidobrensis* (Blanchard) and nutrient and chlorophyll contents in host foliage. *Chin. J. Appl. Ecol.*, 18(3): 701 –704. [高俊平, 庞保平, 孟瑞霞, 王娟, 2007. 南美斑潜蝇寄主选择性与植物营养物质和叶绿素含量的关系. 应用生态学报, 18(3): 701 –704]

Giles KL, Madden RD, Payton ME, Dillwith JW, 2000. Survival and development of *Chrysoperla rufilabris* (Neuroptera: Chrysopidae) supplied with pea aphids (Homoptera: Aphididae) reared on alfalfa and faba bean. *Environ. Entomol.*, 29: 304 –311.

Giles KL, Madden RD, Stockland R, Payton ME, Dillwith JW, 2002. Host plants affect predator fitness *via* the nutritional value of herbivore prey: Investigation of a plant-aphid-ladybeetle system. *BioControl*, 47: 1 –21.

Goggin FL, 2007. Plant-aphid interactions: Molecular and ecological perspectives. *Curr. Opin. Plant Biol.*, 10: 399 –408.

He JZ, Zhang R, Lu N, Zhang X, 1999. A study on the nutritive value of the pupa of the pine caterpillar (*Dendrolimus latipennis*). *J. Northwest Forest. Univ.*, 14(1): 76 –79. [何剑中, 张荣, 卢南, 张新, 1999. 云南松毛虫蛹的营养成分分析与应用价值探讨. 西北林学院学报, 14(1): 76 –79]

Kennedy GG, Kishaba AN, 1976. Bionomics of *Aphis gossipii* on resistant and susceptible cantaloupe. *Environ. Entomol.*, 5: 357 –361.

Li ML, Li SM, Wang D, Liu RP, 2006. Fatty acid composition and contents of five insect species. *Chin. Bull. Entomol.*, 43(2): 226 –228. [李孟楼, 李生梅, 王敦, 刘汝平, 2006. 五种昆虫脂肪酸组分与含量分析. 昆虫知识, 43(2): 226 –228]

Li SM, Li ML, Wang FH, 2006. Comparative analysis of fatty acids in larva and pupa of *Eligma narcissus*. *J. Northwest Forest. Univ.*, 21(3): 105 –106. [李生梅, 李孟楼, 王福海, 2006. 臭椿皮蛾幼虫和蛹脂肪酸组成研究. 西北林学院学报, 21(3): 105 –106]

Liu LP, Yu JP, 2008. Analysis and evaluation of nutritional constituents of *Aspongopus chinensis* Dallas. *Food Sci.*, 29(2): 406 –410. [刘伦沛, 郁建平, 2008. 九香虫的营养成分分析与评价. 食品科学, 19(2): 406 –410]

Pang BP, Gao JP, Zhou XR, Wang J, 2006. Relationship between host plant preference of *Liriomyza huidobrensis* (Blanchard) (Diptera :

Agromyzidae) and secondary plant compounds and trichomes of host foliage. *Acta Entomol. Sin.*, 49(5): 810 - 815. [庞保平, 高俊平, 周晓榕, 王娟, 2006. 南美斑潜蝇寄主选择性与植物次生化合物及叶毛的关系. 昆虫学报, 49(5): 810 - 815]

Perng JJ, 2002. Life history traits of *Aphis gossypii* Glover (Hom., Aphididae) reared on four widely distributed weeds. *J. Appl. Entomol.*, 126: 97 - 100.

Schoonhoven LM, van Loon JJA, Dicke M, 2005. Insect-Plant Biology. Oxford University Press, Oxford. 1 - 4.

Storer JR, van Emden HF, 1995. Antibiosis and antixenosis of chrysanthemum cultivars to the aphid *Aphis gossypii*. *Entomol. Exp. Appl.*, 77: 307 - 314.

Tang QY, Feng MG, 2007. DPS Data Processing System: Experimental Design, Statistical Analysis, and Data Mining. Science Press, Beijing. [唐启义, 冯明光, 2007. DPS 数据处理系统: 实验设计、统计分析和数据处理. 北京: 科学出版社]

Teffo LS, Toms RB, Eloff JN, 2007. Preliminary data on the nutritional composition of the edible stink-bug, *Encosternum delegorguei* Spinola, consumed in Limpopo province, South Africa. *South Afr. J. Sci.*, 103: 434 - 436

Weathersbee III AA, Hardee DD, Meredith Jr WR, 1994. Effects of cotton genotype on seasonal abundance of cotton aphid (Homoptera: Aphididae). *J. Agric. Entomol.*, 11: 29 - 37.

Wang J, Wu ZT, Li XD, 1996. Effects of host plant on the esterase activity and insecticide tolerance of *Aphis gossypii* Glover. *Entomol. Knowl.*, 33(1): 20 - 22. [王健, 吴振廷, 李学德, 1996. 寄主植物对瓜蚜酯酶活性及其耐药性的影响. 昆虫知识, 33(1): 20 - 22]

Xi BX, Xiong ZY, Zhang KR, He DP, 2000. Analysis and evaluation of nutritional components of three species of Tettigonioidea. *Acta Nutri. Sin.*, 22(4): 349 - 352. [席碧侠, 熊正英, 张昆茹, 何地平, 2000. 螽斯总科三种昆虫营养成分的分析与评价. 营养学报, 22(4): 349 - 352]

Yang DR, Shu C, Li CD, 1996. Analysis of nutrition components in five species of insects. *Acta Nutri. Sin.*, 18(2): 231 - 234. [杨大荣, 舒畅, 李朝达, 1996. 五种昆虫的营养成分分析. 营养学报, 18(2): 231 - 234]

Zhou Q, Liang GW, Cen YJ, 2002. The influence of temperature and host plants on the experimental population of *Aphis gossypii* Glover. *J. South Chin. Agric. Univ.*, 23(1): 31 - 37. [周琼, 梁广文, 岑伊静, 2002. 温度和寄主植物对瓜蚜实验种群增长的影响. 华南农业大学学报, 23(1): 31 - 37]

(责任编辑:赵利辉)